

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 60-243952

(43)Date of publication of application : 03.12.1985

(51)Int.Cl.

H01J 37/08

H01J 27/08

(21)Application number : 59-098725

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 18.05.1984

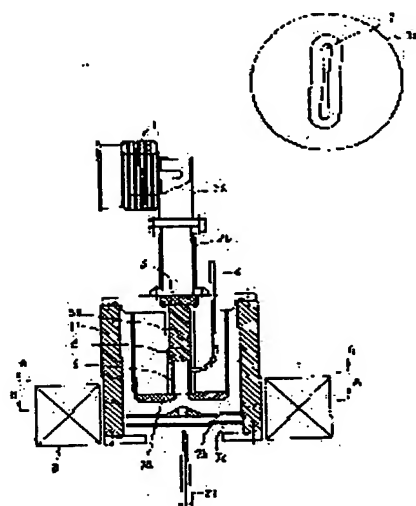
(72)Inventor : KOIKE HIDEMI  
SAKUMICHI KUNYUKI  
TOKIKUCHI KATSUMI  
OKADA OSAMI

## (54) MICROWAVE ION SOURCE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a microwave ion source which has a simple structure and can lead out a large current ion beam at a low cost by using a wave guide as a microwave three-dimensional circuit surrounding an electric discharge chamber and providing a slit-like outlet hole.

CONSTITUTION: Microwaves produced in a microwave generator 1 is introduced into a discharge electrode 4 through wave guides 2a and 2b and a microwave introduction flange 3 to produce a microwave electric field in an electric discharge chamber 5. A dielectric insulating material 5a is packed into the discharge electrode 4 except its electric discharge chamber 5. Around the discharge chamber 5, a magnetic field perpendicular to the microwave electric field is applied by means of a magnetic field generator 8. Next, a gas to be ionized is introduced through a gas introduction tube 6 into the discharge chamber 5 to produce plasma by the interaction between a microwave electric field and a magnetic field. After that, ion beams 21 are led out from the plasma by means of ion-beam-leading-out electrode systems 7a, 7b and 7c. An ion beam emission slit 7 is narrowest at its center and becomes wider toward the ends.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-243952

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和60年(1985)12月3日

H 01 J 37/08  
27/08

7129-5C  
7129-5C

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 マイクロ波イオン源

⑯ 特 願 昭59-98725

⑰ 出 願 昭59(1984)5月18日

⑱ 発 明 者 小 池 英 巳 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑲ 発 明 者 作 道 訓 之 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑳ 発 明 者 登 木 口 克 己 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

㉑ 発 明 者 岡 田 修 身 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

㉒ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉓ 代 理 人 弁理士 高橋 明夫 外1名

#### 明 細 書

発明の名称 マイクロ波イオン源

#### 特許請求の範囲

1. 磁場中のマイクロ波放電を用いて導入したガスのプラズマを作り、このプラズマからイオンビームを引き出すマイクロ波イオン源において、プラズマを形成させるための放電室を囲む部分のマイクロ波立体回路として導波管を用い、かつ、プラズマからイオンを出すための穴としてスリット状の出口孔を備えていることを特徴とするマイクロ波イオン源。
2. 上記放電室を囲むマイクロ波立体回路として矩形導波管を用いることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載のマイクロ波イオン源。
3. 上記放電室を囲むマイクロ波立体回路として、円筒導波管を用いることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載のマイクロ波イオン源。
4. 上記放電室を囲むマイクロ波立体回路として、円筒導波管を用いることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載のマイクロ波イオン源。

5. 上記スリット状の出口孔の巾を、放電室内に発生するプラズマの密度分布に合わせて変化したスリットを備えていることを特徴とする、特許請求の範囲第1項ないし第4項のいずれかに記載のマイクロ波イオン源。

6. プラズマからイオンビームを引き出すための引出し電極系の形状を、そのプラズマの密度分布に合わせて変化したイオンビーム引き出し電極系を備えていることを特徴とする、特許請求の範囲第1項ないし第4項のいずれかに記載のマイクロ波イオン源。

#### 発明の詳細な説明

##### 〔発明の利用分野〕

本発明は、ミリアンペア(mA)のイオンビームを引き出せるイオン源に係り、特に大電流イオン打込み装置に好適なマイクロ波イオン源に関する。

##### 〔発明の背景〕

従来のイオン打込み装置用マイクロ波イオン源は、特開昭56-132754号公報に記載のように、放

電室を形成するためのマイクロ波立体回路として、放電室内にマイクロ波電界を強くしかも比較的均一に発生できるリッジ型を採用していた。しかし、このリッジ型マイクロ波回路は複雑な形状をしており、さらにマイクロ波回路としてのインピーダンスミスマッチングを少なくするためにテーパ部を設けなければならない等の形状に対する制約もあり、高価なものになってしまっていた。

#### 〔発明の目的〕

本発明の目的は、マイクロ波イオン源としての性能を落とさず、安価なイオン打込み機用マイクロ波イオン源を提供することにある。

#### 〔発明の概要〕

放電室を形成するためのマイクロ波立体回路を単純な構造にし安価にする一番簡単な方法は、従来のリッジ型導波管を矩形導波管にすることである。しかし、矩形導波管では、リッジ型に比べ、放電室内のマイクロ波電界強度が低く、しかも均一度が悪い。そのままでは、引き出されるイオンビームの電流量やエミッタンスが落ちる可能

性があった。しかし、イオン電流についてはイオンビーム出口スリットの長さを増すことにより活発できることを確認した。（なお、リッジ型導波管を用いた場合、イオンビーム出口スリットの最大長はリッジ電極の長さと同じ値までしかできないので、イオンビーム出口スリットの長さを単純に増すことはできない。）また、エミッタンスについては引き出し電極系の形状やイオンビーム出口スリットの巾を放電室内に生じたプラズマの密度分布に合わせることで改善できることが確かめられたので、矩形導波管のままで充分イオン打込み機用として使用できることがわかった。

#### 〔発明の実施例〕

以下、本発明の実施例を図面により説明する。第1図、第2図、第3図は本発明によるマイクロ波イオン源の構造を示すもので、マイクロ波イオン源は、マイクロ波発生器1、導波管2、マイクロ波導入フランジ3、放電電極4、放電室5、ガス導入管6、イオンビーム引き出し電極系7a、7b、7c、磁界発生器8で構成されている。本

実施例では、導波管2、マイクロ波導入フランジ3、放電電極4はいずれも矩形のものを使用している。放電室5は、マイクロ波回路としては終端の部分、つまり、放電電極4の先端の部分に設置されている（第2図参照）。放電電極4内において、放電室5以外の部分には誘電体絶縁物5a。

（本実施例では窒化ホウ素焼結体）を充填し、放電室5以外の部分で放電が発生しないようにしている。導波管2、マイクロ波導入フランジ3、放電電極4の寸法は次の様になっている。

#### 導波管2

①断面形状（a×b）……96×27（mm）

②特性インピーダンス（Rc1）……137.6（Ω）

#### マイクロ波導入フランジ3

①材質……ポリイミド樹脂、 $\epsilon_r = 3.4$

②断面形状（a×b）……96×27（mm）

③厚さ（t）……1.8（mm）

④特性インピーダンス（Rc2）……82.5（Ω）

#### 放電電極4

①誘電体充填物材質……窒化ホウ素、 $\epsilon_r = 4$

②断面形状（a×b）……75×18（mm）

③特性インピーダンス（Rc3）……49.5（Ω）

ここで、各部分の特性インピーダンスは以下の式で計算できる。

$$R_c = 120\pi \cdot \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot \frac{\lambda_g}{\lambda} \cdot \frac{b}{a}$$

$\epsilon_r$ ：導波管内部充填物の比誘電率

$\lambda_g$ ：導波管の管内波長

$\lambda$ ：内部充填物中の自由空間波長

a, b：導波管寸法

本実施例では、マイクロ波導入フランジ3で導入波管2と放電電極4のインピーダンスマッチングをとるようにしている（ $R_{c2} = \sqrt{R_{c1} \times R_{c3}}$ 、 $t = \lambda_g / 4 \times n$ 、nは奇数。本実施例ではn=1）。このようにすれば、反射の少ないマイクロ波立体回路を構成でき、マイクロ波発生器1で発生させたマイクロ波を効率良く放電室5内に送り込むことができる。インピーダンスマッチングを取らずに適当に各部品を結合してもマイクロ波を通すことは可能であるが、この場合、各結合部で

の反射が多くなるため、マイクロ波発生器に投入する電力を多く必要とし損である。

イオンビーム出口スリット7（第1図では、イオンビーム引き出し電極7aに含まれる。）の断面形状は、中心部分が一番巾が狭く、両端にいくほど巾を広くしてある（第3図参照）。これは放電室5内に発生するプラズマの密度分布にあわせた（密度の高い中心部分ではスリット巾を狭く、低い端の部分ではスリット巾を広く）ものでイオンビーム出口スリット7の各部分から引き出されるイオン電流量が同じになるようにしている。プラズマの密度分布は、放電室5内に発生するマイクロ波電界の強度が各部分で異なるために生じる。

次にマイクロ波イオン源の動作を説明する。第1図において、マイクロ波発生器1で発生したマイクロ波は、導波管2a、2b、マイクロ波導入フランジ3を経由して放電電極4内に導入され、放電室5内にマイクロ波電界を発生させる。さらに放電室付近には、磁界発生器8（本実施例ではソレノイドコイル）によりマイクロ波電界と直交

する方向に磁界が印加される。この状態でイオン化すべきガスをガス導入管6より放電室5内に導入し、マイクロ波電界と磁界の相互作用でプラズマを発生させ、イオンビーム引き出し電極形7a、7b、7cにより、上記プラズマからイオンビーム21が引き出される。

本実施例によれば、放電室5を形成するための放電電極4として、構造の単純な矩形導波管を使用でき、さらにその軸方向の長さはインピーダンスマッチングを気にすることなく自由に設定できるので、全体として安価なマイクロ波イオン源を作ることができる。さらに、放電室5の寸法は、放電電極4の内側寸法ギリギリまで大きくすることができるので、従来以上に大電流を引き出すことが可能である。

本実施例では、放電電極dとして矩形導波管を用いたが、矩形導波管のかわりに円筒導波管や同軸導波管を用いても、イオン源の全体寸法を大きくすることなく非常に単純な構造で同じ性能を確保できることは明らかである。また、イオンビー

ム出口スリット7として、単一スリットを用いたが、これを複数のスリットにしても、あるいは小さな穴をスリット方向に並べても（マルチアパーチャ）、同じ効果が得られることは明らかである。

また、第4図に別の実施例を示す。本実施例は放電室5内に発生するプラズマの密度分布に対する補正を、イオンビーム引き出し電極7bの形状で行なったものである（先の実施例ではイオンビーム出口スリット7の巾を変化させることで行なった）。つまり本実施例では、イオンビーム出口スリット7のスリット巾は一定にしてあり、そのかわりにイオンビーム引き出し電極7bの形状として、中心部分を一番高い山形にし端にいくほど山の高さを低くしてある。これにより、イオンビーム出口スリット部分のイオンビーム引き出し電界強度を放電室5内のプラズマ密度の分布に合わせるできるので、結果として平行なイオンビーム21を引き出すことができる。

放電室5内に生ずるプラズマの密度分布に対する対策として、イオンビーム出口スリット7の巾

を変える方法とイオンビーム引き出し電極7bの形状を変化させる2つの実施例を示したが、これらを併用しても同様の効果を得られることは明らかである。

#### 〔発明の効果〕

本発明によれば、従来よりも簡単な構造で大電流のイオンビームを引き出すことのできるマイクロ波イオン源を、従来よりも安価に提供することができる。

#### 図面の簡単な説明

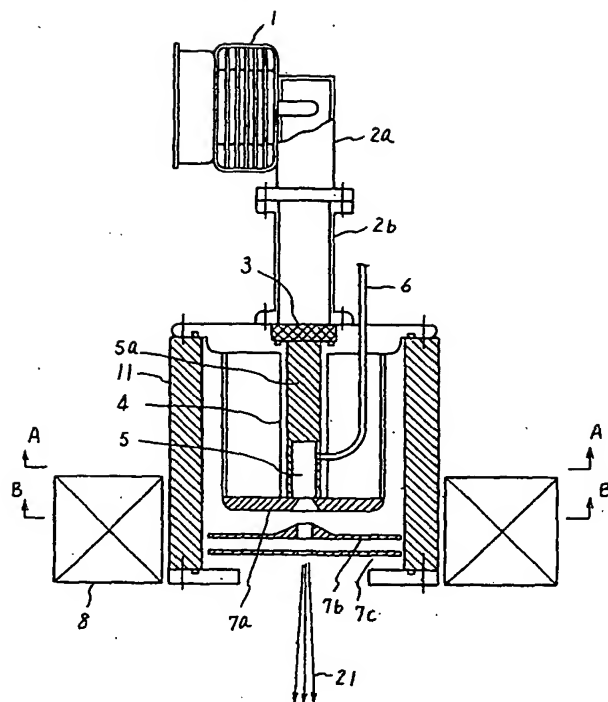
第1図は本発明に基づく実施例を示す図、第2図は第1図のA-A線断面図、第3図は第1図のB-B線断面図、第4図は本発明に基づく別の実施例を示す図である。

1…マイクロ波発生器、2a、2b…導波管、3…マイクロ波導入フランジ、4…放電電極、5…放電室、5a…放電電極内に放電室を形成するための誘電体充填物、6…ガス導入管、7…イオンビーム出口スリット、7a、7b、7c…イオンビーム引き出し電極系、8…磁界発生器、11…

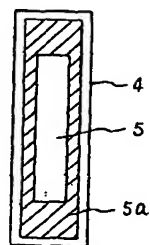
絶縁碍子、21…イオンビーム。

代理人 井理士 高橋明

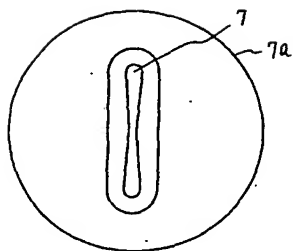
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

